



10 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 11 973 A 1

61 Int. Cl. 5:  
G 01 B 7/02  
G 01 D 5/20  
G 01 R 33/02

21 Aktenzeichen: P 43 11 973.5  
22 Anmeldetag: 14. 4. 93  
46 Offenlegungstag: 13. 2. 97

DE 43 11 973 A 1

71 Anmelder:  
Pepperi + Fuchs GmbH, 68307 Mannheim, DE

74 Vertreter:  
Mierswa, K., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 68199  
Mannheim

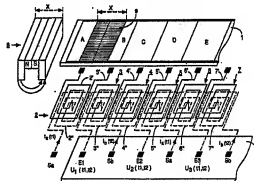
72 Erfinder:  
Koch, Gunther, 68469 Weinheim, DE; Hartmann,  
Hans-Peter, 68163 Mannheim, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 42 13 866 A1  
DE 36 19 238 A1  
DE 36 10 479 A1  
DE 35 44 809 A1  
DE 32 18 508 A1  
FR 22 25 799  
WO 86 07 637 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Magneto-induktive Sensorzeile für eine magnetische Positions- und/oder Wegbestimmung und Verfahren hierzu

57 Die Erfindung betrifft eine magneto-induktive Sensorzeile für eine magnetische Positions- und/oder Wegbestimmung eines der Sensorzeile beschriebenen Permanentmagneten (8, 13) oder Elektromagneten mit einer flächigen magnetischen leitfähigen Schicht (1, 14), die mittels der magnetischen Feldstärke des Magneten (8, 13) in die magnetische Sättigung versetzbar ist. Auf der flächigen Schicht (1, 14) sind nebeneinander und/oder übereinander angeordnete Spulen (2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 28, 29, 30) aufgebracht, deren Windungen (2', 2'', 3', 3'', 4', 4'', 5', 5'', 6', 6'', 7', 7'', 28', 28'') in flächiger Konfiguration wenigstens in einer Ebene nebeneinanderliegen, wobei der Magnet (8, 13, 31) über die Spulen längs der Schicht bewegbar ist, je wenigstens zwei benachbarte Spulen ein Sender-Empfängersystem bilden und die Sendespulen mit einer Wechselspannung oder Impulsen beaufschlagt werden, deren induzierte Spannung in den Empfängerspulen gemessen wird.



DE 43 11 973 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 98 602 067/1

11/26

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine magneto-induktive Sensorzelle für eine magnetische Positions- und/oder Wegbestimmung eines Magneten sowie ein Verfahren zur Ansteuerung einer derartigen Sensorzelle und Herstellung derselben.

5 Sensoren oder Schalter, die Sättigungsbereiche von magnetischen Schichten hoher Permeabilität ausnützen, sind bekannt. Die DE 36 19 238 A1 schlägt einen auf einen sich annähernden Auslöser ansprechenden Näherungsschalter mit HF-Schwingkreis vor, für dessen Schwingungsmagnetfeld ein geschlossener Kern vorgesehen ist, der in einem besonders sättigungsempfindlichen Bereich durch das Feld eines zusätzlichen Magneten in Sättigung greifbar ist. Eine Auswerterschaltung, die die von dem Grad der Kernsättigung abhängige Schwingungsamplitude erfaßt, löst bei Unterschreiten bzw. Überschreiten eines bestimmten Amplitudengrenzwertes einen Schaltvorgang aus. Zur Erhöhung der Ansprechempfindlichkeit und des Schaltabstandes ist vorgesehen, daß der Kern an dem sättigungsempfindlichen Bereich an der der Schwingkreisspule abgewandten Seite mit einer elektrisch gut leitenden Wirbelstrom-Metallschicht oder -Metallfolie versehen ist.

15 Durch die DE 35 44 809 A1 ist ein magnetfeldabhängiger, elektronischer Annäherungsschalter bekanntgeworden, der durch einen sich annähernden, magnetischen Auslöser betätigt wird und der einen durch den Auslöser beeinflussbaren HF-Schwingkreis besitzt, deren eine Schwingkreisspule und eine Kupplungsspule aufweisender Spulenordnung ein magnetisierbarer Körper zugeordnet ist, der ab einer bestimmten Magnetfeldstärke durch das äußere Magnetfeld des Auslösers unter Entdämpfen des Schwingkreises in magnetische Sättigung treibbar ist. Der magnetisierbare Körper besteht aus einem amorphen oder überwiegend amorphen Metallband, wobei die Schwingkreisspule und die Kupplungsspule auf einem gemeinsamen Wickelkörper sitzen. Das amorphe Metallband ist als geradliniger, dünner Streifen ausgebildet, der auf der Achse der Spulenordnung angeordnet ist und den Spulentorus durchsetzt.

20 Durch die WO 86/07637 ist ein magnetfeldabhängiger induktiver Näherungsschalter mit Hochfrequenz-Oszillator bekanntgeworden, der die vom Grad der Kernsättigung abhängige Schwingungsamplitude erfaßt und bei Erreichen eines bestimmten Amplitudengrenzwertes einen Schaltvorgang auslöst. Der Kern besteht z. B. aus Ferrit, dem ein jochähnlicher Körper zugeordnet ist. Dabei wird ein weichmagnetischer Werkstoff mit solcher Permeabilität für den jochähnlichen Körper verwendet, daß die Permeabilitätskurve, bezogen auf einen Quadranten des Koordinatensystems, deutlich S-förmig verläuft, so daß eine Auswertung in zwei Auswertebereichen erfolgt, deren einer bei Annäherung des zu erfassenden Magnetfeldes den Anstieg des Oszillatorstromes und deren anderer bei weiterer Annäherung den Abfall des Oszillatorstromes für den Schaltvorgang nutzt.

30 Des weiteren wurde schon vorgeschlagen, über einen langgestreckten weichmagnetischen Sensorkern längs eine Sekundärspule aufzuwickeln, wobei auf die Enden des Sensorkerns sowie der Sekundärspule je zwei Primärspulen aufgewickelt sind. Ein Magnet kann längs des weichmagnetischen Sensorkerns in geringem Abstand desselben verfahren werden. Bei Erregung der Primärspulen wird innerhalb der Sekundärspule ein Strom induziert, der gemessen werden kann. Das Magnetfeld des Magneten bringt den weichmagnetischen Sensorkern in unmittelbarer Nähe in die Sättigung, so daß der Stromfluß innerhalb der Sekundärspule im Sättigungsbereich unterbrochen und ein von der Lage des Magneten abhängiges Signal an der Sekundärspule abgenommen werden kann.

40 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine magneto-induktive Sensorzelle der genannten Gattung zu schaffen, mit der bei ausreichender Genauigkeit und reproduzierbarer Positions- und/oder Wegbestimmung eines Magneten entsprechend den Anforderungen eine vereinfachte Herstellung als gedruckte Schaltung und damit eine preiswerte Fertigung möglich ist.

Die Lösung der Aufgabe besteht in den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Ein Verfahren zur leistungsverringerten Ansteuerung der magneto-induktiven Sensorzelle ist in Anspruch 16 gekennzeichnet.

Die magneto-induktive Sensorzelle besitzt den Vorteil, daß mit dieser bei voll ausreichender Genauigkeit, die entsprechend den Anforderungen gewählt werden kann, eine effiziente Positions- und/oder Wegbestimmung des Magneten längs der Sensorzelle möglich ist, so daß mit der Sensorzelle beispielsweise die berührungsfreie Erfassung von Ventilständen oder Kolbenpositionen möglich ist. In vorteilhafter Anwendung können dadurch Positions- und Wegbestimmungen durch Metallwände hindurch getroffen werden, die aus magnetisch unterschiedlich leitfähigem Material bestehen können. Auf diese Weise können preiswerte Positions- und/oder Wegbestimmungssysteme hergestellt werden, deren Genauigkeit voll ausreichend ist, die dazu der spezifischen Anwendung angepaßt werden kann. Die Sensorzelle ist daneben leistungssarm, so daß ein günstiges Preis/Leistungsverhältnis erreicht wird.

55 Die Genauigkeit und Empfindlichkeit des erfindungsgemäßen Positions- und/oder Wegbestimmungssystems kann entscheidend durch die Materialwahl und unterschiedliche Geometrie der magnetisch leitfähigen Schicht und/oder der Spulen oder Mäander beeinflusst werden. Besitzt die Schicht eine hohe magnetische Permeabilität, wie zum Beispiel das Material Vitrovac, so kann die Schicht schon durch ein relativ geringes Magnetfeld des Magneten leicht in die Sättigung gesteuert werden. Wird hingegen Weichen verwendet, so muß das Magnetfeld des Magneten entsprechend stärker sein. Die magnetisch leitfähige Schicht sollte somit vorzugsweise ferromagnetisch sein.

Der hervorstechende Vorteil der Sensorzelle liegt darin begründet, daß diese auf einfache Weise als gedruckte Schaltung mit bekannten Techniken einschließlich der Spulen hergestellt werden kann, so daß ein Auflöten oder Bestücken mit diskreten Spulen entfällt. Das ist deshalb möglich, weil vorteilhaft nur das äußere Magnetfeld der Spulen bzw. die Summation der magnetischen Feldanteile in der Ebene beeinflußt und gemessen werden, nicht jedoch ein inneres Magnetfeld.

Ebenso können die Positionen mehrerer Magnete bzw. Wechselfelderzeuger gleichzeitig erfaßt werden. So ist

die Möglichkeit der Mustererkennung auf einer gekrümmten Fläche gegeben unter der Voraussetzung, daß die zu erkennende Objektsicht bestimmte magnetische Eigenschaften hat.

Des weiteren besitzt die erfindungsgemäße Sensorzelle eine geringe Leistungsaufnahme, was dadurch erreicht wird, daß der Differentialquotient  $di/dt$  in der Gleichung  $U = -L \cdot di/dt$  vergrößert wird. Wird diese Zeitdauer gegenüber der Repetitionszeit klein gewählt, so kann die erforderliche durchschnittliche Leistungsaufnahme vorteilhaft stark reduziert werden.

Wenn man die höchste im System auftretende Frequenz so weit herabsetzt, daß die kürzeste im System auftretende Periode größer ist als der zur Auswertung des Nutzsignals nötige Zeitraum und dieser in die Periode zeitlich eingebettet ist, so treten während des Auswertezitraumes keine systemeigenen Impulsflanken auf. Wenn die Nutzsignale nur bei einigen 10 mV liegen, kann mittels dieses Verfahrens eine weitere Erhöhung der Störsicherheit erreicht werden.

Beispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und anschließend beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Explosionszeichnung einer technisch realisierten Sensorzelle

Fig. 2 das Prinzipschaltbild zur Herleitung der Funktion der Sensorzelle

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer vergossenen Ausführung der Fig. 2

Fig. 4 Fig. 4 ein Schaltbild einer Sensorzelle zur Erläuterung der Erkennung der einzelnen Positionen bei einem angepaßten Magneten

Fig. 5 die sich an den einzelnen Komparatoren ergebenden Signalverläufe

Fig. 6 ein Blockschaltbild der Gesamtanordnung zur Ansteuerung der Sensorzelle

Fig. 7 eine weitere Anordnung eines Sender-Empfänger-Systems mit schräg angeordneter Empfängerspule

Fig. 8 eine weitere Anordnung eines Sender-Empfänger-Systems

Fig. 9 eine technische Anwendung einer Sensorzelle und

Fig. 10 eine weitere Anordnung eines Sender-Empfänger-Systems.

Die Fig. 2 und 3 zeigen das Prinzip einer magneto-induktiven Sensorzelle, die einen quasi Analogempfänger darstellt. Auf eine Schicht 14 hoher magnetischer Permeabilität, die beispielsweise aus dem amorphen Metall Vitrovac bestehen kann, sind an den Enden je eine Senderspule 10, 11 flächig aufgebracht. Die Senderspulen 10, 11 sind im Prinzip geknickt-spiralförmig in einer Ebene liegend gewickelt. Zwischen beiden Senderspulen befindet sich eine Sekundärspule 12, über der ein Magnet 13 beweglich angeordnet ist. Die Senderspulen werden mit zwei Wechselspannungen gespeist, so daß die Streuwirkfelder innerhalb der Sekundärspule eine Spannung induzieren. Je nach Auswerteverfahren können sich die Wechselfelder z. B. in Amplitude, Phasenlage, Frequenz, Schwingungsform u. a. unterscheiden. Die resultierende induzierte Wechselspannung ist nun von der Stellung des Magneten abhängig, was durch den Doppelpfeil X angedeutet ist. Das Magnetfeld des Magneten 13 bringt die magnetisch leitfähige Schicht 14 in die Sättigung, wodurch der Magnet 13 die Windungen der Sekundärspule 12 bzw. die Flächen der beiden Koppelschichten entsprechend der Stellung des Magneten in zwei Zonen aufteilt. Je nach Position des Magneten ergibt sich ein unterschiedlicher Einfluß der beiden Senderspulen 10, 11 auf die Sekundärspule 12. Ist z. B. die in Fig. 3 dem Magneten 13 zugewandte magnetisch leitfähige Schicht 14 eine Zylinderwandung, so kann die Position eines im Zylinder befindlichen Magneten auf diese Weise elektrisch festgestellt werden.

Fig. 1 zeigt eine technische Ausgestaltung einer Sensorzelle, die hohe Auswertespannungen liefert. Unter einer magnetisch leitfähigen Schicht 1 hoher magnetischer Permeabilität, die wiederum eine flexible Vitrovac-Folie sein kann, sind Spulen 2, 3, 4, 5, 6, 7 angeordnet, die den Feldern A, B, C, D, E der Schicht 1 zugeordnet sind. Die Spulen 2-7 bestehen aus zwei Teilen, nämlich einer Oberspule 2', 3', 4', 5', 6', 7', die oberhalb der Schicht 1 angeordnet ist und einer Unterspule 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'', die unterhalb der Schicht 1 angeordnet sind. Die Oberspulen sind von außen nach innen geknickt-spiralförmig flächig jeweils in einer Ebene liegend gewickelt, wobei das innere Ende der Oberspulen die Schicht 1 durchstößt und dort zur Bildung der Unterspulen von innen nach außen geknickt-spiralförmig gewickelt wird. Somit liegen Oberspule und Unterspule flächig in zwei parallelen Ebenen. Oberhalb der Schicht 1 ist verfahrbar ein Hufeisenmagnet mit Nordpol und Südpol angeordnet, der die Breite X besitzt. Die Spulen 2 bis 7 sind vorzugsweise gedruckt hergestellt.

Die Oberspulen können gegenüber den Unterspulen gegenseitig versetzt angeordnet sein. Sind zum Beispiel die Unterspulen um die halbe Spulenbreite gegenüber den Oberspulen versetzt, so wird die größte Auflösung erhalten. Des weiteren kann die magnetisch leitfähige Schicht in voneinander unabhängige Felder unterteilt sein, die vorzugsweise die Breite der Spulen haben.

Die Spulen 2 bis 7 bilden je zwei Senderketten Sa-Sb, so daß die Spulen 2, 4, 6 Senderspulen und die dazwischenliegenden Spulen 3, 5, 7 Empfängerspulen E1, E2, E3 darstellen. Am Einwirkungsort des Magneten 8, der als gestrichelte Fläche 9 gezeichnet ist, wird aufgrund der im Sättigungsbereich befindlichen magnetisch-leitfähigen Schicht 1 die Koppelfähigkeit für überlagerte Wechselfelder stark abgeschwächt bzw. aufgehoben. Die Sender-Empfängerketten können gleichermaßen jeweils paarig aufgebaut sein.

Die Wechselfelder innerhalb der Senderketten Sa, Sb werden zeitlich versetzt erzeugt; die Empfängerspulen E1, E2, E3 sind jeweils an eigene Komparatoreingänge geschaltet. Ströme  $I_1(t_1)$ ,  $I_2(t_2)$  innerhalb der Senderspulen 2, 4 erzeugen innerhalb der Empfängerspulen 3, 5, 7 bzw. E1, E2, E3 in Nutzsignale  $U_{S1}(t_1)$ ,  $U_{S2}(t_2)$ ,  $U_{E1}(t_1)$ ,  $U_{E2}(t_2)$ . Liegt die normale Koppelfähigkeit des Mediums hohe magnetischer Permeabilität ohne den Einfluß des Magneten 8 vor, so ist an allen Empfängerspulen zum Abfragezeitpunkt  $t_1$  eine von der Sendekette Sa induzierte Spannung vorhanden; entsprechendes gilt zum Abfragezeitpunkt  $t_2$  und für die Sendekette Sb. Gleichermaßen kann über einen Multiplexer auch nur ein Komparator angesteuert und dessen Werte gespeichert werden.

Liegt dagegen eine Beeinträchtigung der Koppelfähigkeit aufgrund Anwesenheit des Magneten 8 in Nachbarschaft der Schicht 1 vor, so ist zum Zeitpunkt  $t_1$  bzw.  $t_2$  keine bzw. eine unter einer definierten Schwelle liegende Spannung an der betreffenden Empfängerspule vorhanden, was dadurch angezeigt werden kann, daß dieser

Zustand zur entgegengesetzten Information am Komparatorausgang eines Komparators führt. Die Ausgangsinformationen zu den Zeitpunkten t1 und t2 können jeweils zwischengespeichert und anschließend beliebig weiterverarbeitet werden.

Der Magnet 8 der Breite X sättigt dabei teilweise die Zonen A oder A+B oder B oder B+C oder C oder C+D oder D oder D+E oder E usw. Der geringste elektrische Aufwand zur Positionsauswertung, was quasi der direkten Ausgabe der Position entspricht, wird dann erreicht, wenn die Breite des Magnetfeldes, die die Schicht magnetischer Permeabilität durchsetzt, etwa der Breite einer Spule entspricht.

Die Fig. 4 und 5 zeigen die Erkennung der einzelnen Positionen bei angepaßtem Magneten, was auch bei Abschattung eines Sensors bzw. Empfängers der Fall ist. Die Darstellung der Sender- und Empfängerspulen entspricht dabei denjenigen der Fig. 1.

Die Positionen sind in die Schwellen N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8 unterteilt. Dann wird folgende Meldung der Empfängerspulen erhalten:

	Fall		Zeit
15	N1 E1	meldet sich zu Zeit	t1
	N2 E1	"	t1+t2
20	N3 E1	"	t2
	N4 E1+E2	"	t2
	N5 E2	"	t2
25	N6 E2	"	t1+t2
	N7 E2	"	t1
30	N8 E2+E3	"	t1

In Fig. 5 sind die zugehörigen Signalverläufe zu den Abfragezeitpunkten t1 und t2 an den an den Empfängerspulen angeschlossenen Komparatoren gezeigt. Alle nichtgezeigten Signale verlaufen entsprechend den Signalen von U<sub>E1</sub> und U<sub>A1</sub> ohne Magneteeinfluß.

Fig. 6 zeigt ein Blockschaltbild der Gesamtanordnung zur Ansteuerung der Senderketten und der Empfängerketten. Eine Logikansteuerung 15 wird durch einen Taktgeber 16 getaktet und gibt über ein Filter 18 und einen Verstärker 19 jeweils ein zeitlich versetztes Signal über je eine Diode 20, 20' auf je eine Senderkette 21, 21'. Diese induzieren in den benachbarten Empfängerspulen 23 in Abhängigkeit der Stellung des Hufeisenmagneten 8 ein Signal, welches auf jeweils zugeordnete Komparatoren 24 gegeben wird, die mittels eines Schwellwertgebers 22 beaufschlagt sind. Die Komparatorsignale werden auf eine Latch-Schaltung, die z. B. ein Auffang-Flip-flop 25 sein kann, gegeben, wobei das Ausgangssignal der Latch-Schaltung 25 auf eine Auswerteinrichtung 26 gegeben wird. Die Latch-Schaltung 25 wird gleichzeitig über eine Logikauswertung 17 angesteuert, die gleichermaßen über den Taktgeber 16 getaktet wird.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Sensors, bei dem wiederum auf einer magnetisch leitfähigen Schicht 27 mit hoher magnetischer Permeabilität wenigstens zwei Senderspulen 28, 30 angeordnet sind, wobei die Senderspulen 28, 30 länglich gestaltet sind. Die übrige Ausgestaltung der Senderspule 28, 30, insbesondere die Aufteilung in eine Oberspule 28' und eine Unterspule 28'' entspricht der Gestaltung der Spulen in Fig. 1. Zwischen beiden Senderspulen 28, 30 ist schräg eine Empfängerspule 29 angeordnet, die somit diagonal innerhalb des freien Raumes zwischen den beiden Senderspulen verläuft. Ein Magnet 31 ist über das Sender-Empfängerspulen-System quer zu den Senderspulen 28, 30 verfahrbar. Im Bereich des Magneten 31 wird wiederum die Schicht hoher magnetischer Permeabilität gesättigt, so daß eine Einkopplung der Signale aus den Senderspulen in die Empfängerspule mehr oder weniger unterbunden ist. Mit der Veränderung der Geometrie läßt sich praktisch eine beliebige Signalfunktion erzeugen.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausgestaltung des Sensors, in der das Wirkprinzip umgekehrt ist. Die magnetisch leitfähige Schicht 41 befindet sich zwischen der oder den flächigen Sender- und Empfängerspulen 39, 40. Bei Abwesenheit eines Magneten 42 wirkt die magnetisch leitfähige Schicht 41 als Abschirmung. Bei Anwesenheit des Magneten 42 wird die Schicht in die Sättigung gebracht, ihre abschirmende Wirkung verringert sich bzw. geht verloren. Damit wird die Kopplung zwischen Sender- und Empfängerspule erhöht bzw. erst ermöglicht.

Zur Verringerung der Leistungsaufnahme der Sensorzelle kann diese statt mit sinusförmigen Erregerströmen mit Rechteckimpulsen angesteuert werden. Dadurch kann zum einen die im System maximal auftretende Frequenz herabgesetzt werden. Die Nutzspannung der Empfängerspulen wird dadurch erhöht, indem der Differentialquotient  $di/dt$  in der Gleichung  $U = -L \cdot di/dt$  vergrößert wird. Das bedeutet, daß für eine bestimmte Zeitdauer der Erregerpule ein Strom mit definiertem Anstieg eingepreßt wird. Wird diese Zeitdauer gegenüber der Repetitionszeit klein gewählt, kann die erforderliche durchschnittliche Leistungsaufnahme stark reduziert werden.

Wenn man das weitere die höchste im System auftretende Frequenz so weit herabsetzt, daß die kürzeste im System auftretende Periode größer ist als der zur Auswertung des Nutzsignals nötige Zeitraum und dieser in die

Periode zeitlich eingebettet ist, so treten während des Auswertzeitraumes keine systemeigenen Impulsflanken auf. Da die Nutzsignale nur bei einigen 10 mV liegen können, kann mit dieser Methode eine weitere Erhöhung der Störsicherheit des Verfahrens erreicht werden.

Fig. 9 zeigt ein Anwendungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sensorzelle 35 auf einer magnetisch gut leitfähigen Schicht 34 hoher magnetischer Permeabilität. Die Spulenschicht 35 und die magnetisch leitfähige Schicht 34 sind außen auf die Zylinderwand 33 eines Zylinders 32 längs aufgebracht, wobei innen innerhalb des Zylinders 32 ein Magnet 38 mit einem Luftspalt 37 längs der Schicht 34 verfahrbar angeordnet ist, was durch den Doppelpfeil X angedeutet ist; der Magnet kann auch um 90 Grad gedreht angeordnet sein. Beispielsweise ist dieser Magnet 38 auf der (der nicht gezeigten) Kolbenstange angeordnet. Mit der Bezugsziffer 36 ist der magnetisch gesättigte Bereich der Schicht 34 gekennzeichnet, wo sich der Magnet 38 gerade unterhalb der Schicht 34 befindet. Wenn die Zylinderwandung 33 magnetisch leitfähig ist, jedoch eine erheblich geringere magnetische Leitfähigkeit besitzt, als die Schicht 34 mit hoher magnetischer Permeabilität, so wird das im Innern des Zylinders 32 durch den Magnet 38 erzeugte magnetische Feld in die außerhalb des Zylinders 32 befindliche Schicht 34 gezwungen und kann dort mittels der Spulenschicht 35, die in Anordnung und Aufbau der Fig. 1 entspricht, erfaßt werden. Für die magnetischen Widerstände gilt, daß der magnetische Widerstand der Zylinderwand viel größer sein muß, als der magnetische Widerstand der Schicht 34.

Wenn die Dicke der Spulenschicht 35 und der Luftspalt 37 genügend klein gehalten werden, ist dann die Bedingung erfüllt, daß der größte Teil des magnetischen Flusses durch die Schicht 34 verläuft.

Fig. 10 zeigt ein weiteres Beispiel einer Sensorzelle, bei der die Sender-Empfängerspulensysteme, bestehend z. B. aus den Spulen 44, 45, 46 auf eine Leiterplatte 43 gedruckt sind. Die Spule 46 ist dabei durch die Leiterplatte 43 durchkontaktiert, so daß die oberen und unteren Windungen auf den Hauptoberflächen der Leiterplatte 43 verlaufen. Dieselbe sowie das Sender-Empfängerspulensystem sind längs von einer geschlossen-umlaufenden magnetisch leitfähigen Schicht 47 umschlungen, die aus einer Oberbahn 47' und einer Unterbahn 47'' besteht, die im Querschnitt gestrichelt gezeichnet sind. Auch hier werden die magnetischen Feldlinienanteile der auf den Hauptoberflächen der Leiterplatte 43 verlaufenden Windungen der Spulen 44, 45, 46 in die Schicht 47 bzw. in die Oberbahn 47' und die Unterbahn 47'' gezwungen, die magnetischen Anteile der Durchkontaktierungen bzw. seitlichen Verbindungen löschen sich praktisch aus; mittels eines Magneten 48 kann die Schicht 47 in die Sättigung gebracht werden.

#### Liste der Bezugszeichen

1, 41, 47, 47'' magnetisch leitfähige Schichten	30
1' Träger	
2, 3, 4, 5, 6, 7, 44, 45, 46 Spulen	
2', 3', 4', 5', 6', 7' Oberspule	35
2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'' Unterspule	
8 Magnet in Form eines Hufeisenmagneten	
9 Sättigungszone der Schicht 1	
10 Senderspule I	
11 Senderspule II	40
12 Sekundärspule	
13, 38, 42, 48 Magnet	
14, 27 magnetisch leitfähige Schichten	
15 Logikansteuerung	
16 Taktgeber	45
17 Logikauswertung	
18 Filter	
19 Verstärker	
20, 20' Gleichrichter	
21 Senderkette I	50
21' Senderkette II	
22 Schwellen	
23 Empfänger	
24 Komparatoren	
25 Latch	55
26 Auswerteinrichtung	
28, 29, 30, 39, 40 Spulen	
28' Oberspule	
28'' Unterspule	
32 Zylinder	60
33 Zylinderwand	
34 Schicht hoher magnetischer Permeabilität	
35 Spulenschicht	
36 magnetisch gesättigter Bereich der Schicht 34	
37 Luftspalt	65

1. Magneto-induktive Sensorzelle für eine magnetische Positions- und/oder Wegbestimmung eines der Sensorzelle benachbarten Permanentmagneten (8, 13) oder Elektromagneten mit einer flächigen magnetisch leitfähigen Schicht (1, 14), die mittels der magnetischen Feldstärke des Magneten (8, 13) in die magnetische Sättigung versetzbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf der flächigen Schicht (1, 14) nebeneinander und/oder übereinander angeordnete Spulen (2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 28, 29, 30) aufgebracht sind, deren Windungen (2', 2'', 3', 3'', 4', 4'', 5', 5'', 6', 6'', 7', 7'', 28', 28'') in flächiger Konfiguration wenigstens in einer Ebene nebeneinanderliegen, wobei der Magnet (8, 13, 31) über die Spulen längs der Schicht bewegbar ist, je wenigstens zwei benachbarte Spulen ein Sender-Empfängersystem bilden, wobei die Sendespulen mit einer Wechselspannung oder Impulsen beaufschlagt werden, deren induzierte Spannung in den Empfängerspulen gemessen wird.
2. Sensorzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sender-Empfängersystem durch drei Spulen gebildet ist, wobei jeweils die mittlere Spule die Empfängerspule und die links und rechts davon liegenden Spulen die Sendespulen bilden oder umgekehrt, die Senderspulen von einem Strom ungefähr gleicher Stromstärke durchflossen werden und die beiden Ströme gegenphasig oder gleichphasig aber zeitversetzt sind.
3. Sensorzelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (2, 3, 4, 5, 6, 7, 28, 29, 30) in zwei Ebenen oberhalb und unterhalb der magnetisch leitfähigen Schicht (1, 27) in flächiger Konfiguration in zwei parallelen Ebenen angeordnet sind und das Wechselfeld in zwei aufeinanderfolgenden Senderketten (SA, SB) zeitlich versetzt durch zeitversetzte Ströme erzeugt wird.
4. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungen (2', 2'', 3', 3'', 4', 4'', 5', 5'', 6', 6'', 7', 7'', 28', 28'') der Spulen (2, 3, 4, 5, 6, 7, 28, 29, 30) spiralförmig oder mäandrierförmig in der Ebene gewickelt sind.
5. Sensorzelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen in wenigstens zwei Teile geteilt sind, die in wenigstens zwei parallelen Ebenen übereinanderliegen, wobei der eine Teil (Oberspule) spiralförmig von außen nach innen gewickelt ist und die Ebene hin zur zweiten Ebene durchstößt und dort als weiterer Teil (Unterspule) spiralförmig von innen nach außen gewickelt ist.
6. Sensorzelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberspule praktisch die gesamte Spule darstellt und die Unterspule nur die Wegführung des Spulenanschlusses darstellt.
7. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorspulen oberhalb der magnetisch leitfähigen Schicht und die Empfängerspulen unterhalb der magnetisch leitfähigen Schicht angeordnet sind.
8. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei magnetisch leitfähige Schichten übereinander angeordnet sind, wobei zwischen den Schichten jeweils Sender- und Empfängerspulen angeordnet sind.
9. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberspulen gegenüber den Unterspulen gegenseitig versetzt sind bzw. sich gegenseitig überlappen.
10. Sensorzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sender- und Empfängerspulen (28, 29, 30) länglich gestaltet sind und die Empfängerspulen (29) zwischen den Senderspulen schräg angeordnet sind.
11. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Magnetfeldes des Magneten dergestalt gewählt ist, daß sie der Breite der Spule entspricht.
12. Sensorzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem elektrisch isolierenden Substrat mindestens einseitig eine Schicht magnetischer Permeabilität aufgebracht ist und auf dieser oder der gegenüberliegenden Hauptoberfläche des Substrates ein Sender-Empfängersystem angeordnet ist.
13. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen mindestens bifilar gewickelt sind.
14. Sensorzelle nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß prinzipiell Senderspulen und Empfängerspulen miteinander vertauschbar sind.
15. Sensorzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Leiterplatte (43) wenigstens ein Sender-Empfängersystem (44, 45, 46) angeordnet ist, wobei die Windungen der Empfängers- und/oder Senderspulen von einer Hauptoberfläche zur anderen durch die Leiterplatte geführt sind und diese sowie das Sender-Empfängersystem innerhalb einer flächigen, geschlossen-umlaufenden magnetisch leitfähigen Schicht (47, 47', 47'') angeordnet ist.
16. Verfahren zur Ansteuerung einer magneto-induktiven Sensorzelle für eine magnetische Positions- und/oder Wegbestimmung eines der Sensorzelle benachbarten Permanentmagneten (8, 13) oder Elektromagneten mit einer flächigen magnetisch leitfähigen Schicht (1, 14), die mittels der magnetischen Feldstärke des Magneten (8, 13) in die magnetische Sättigung versetzt werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß auf der flächigen Schicht (1) nebeneinander und/oder übereinander angeordnete Spulen (2, 3, 4, 5, 6, 7) aufgebracht sind, deren Windungen (2', 2'', 3', 3'', 4', 4'', 5', 5'', 6', 6'', 7', 7'', 28', 28'') in flächiger Konfiguration wenigstens in einer Ebene nebeneinanderliegen, wobei der Magnet (8) über die Spulen längs der Schicht bewegt wird, je wenigstens zwei benachbarte Spulen ein Sender-Empfängersystem bilden, wobei jeweils in die Senderspulen für eine bestimmte Zeitdauer ein Strom mit definiertem Anstieg eingepreßt wird und diese Zeitdauer gegenüber der Repetitionszeit klein ist, um die durchschnittliche Leistungsaufnahme zu reduzieren.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die höchste im System auftretende Frequenz so weit herabgesetzt wird, daß die kürzeste auftretende Periode größer ist als der zur Auswertung des Nutzsignals nötige Zeitraum und dieser in die Periode zeitlich eingebettet ist.
18. Verfahren zur Herstellung einer Sensorzelle gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß auf die eine Hauptoberfläche eines elektrisch isolierenden Substrates eine magnetisch leitfähige Schicht aufgebracht wird, die mittels der magnetischen Feldstärke eines Magneten in die magnetische Sättigung versetzt werden kann, und auf diese Schicht und/oder auf die gegenüberliegende Hauptoberfläche des Substrates mindestens eine Spulenschicht bestehend aus Sender-Empfängersystem aufgebracht, vorzugsweise aufgedruckt wird.

5

19. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Beschaltung benötigten Bauelemente ebenfalls auf das Substrat aufgebracht, vorzugsweise aufgedruckt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 16 oder für die Erstellung der Sensorzeile nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur das äußere Magnetfeld der Sende- und Empfangsspulen beeinflußt und gemessen wird.

10

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

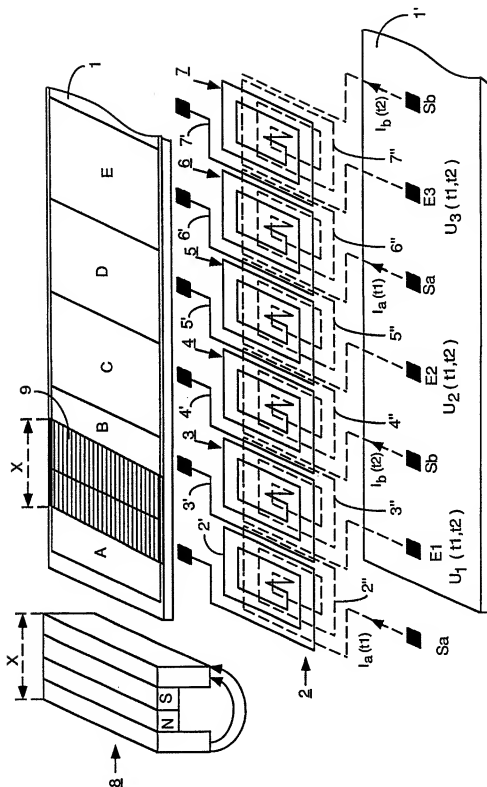
55

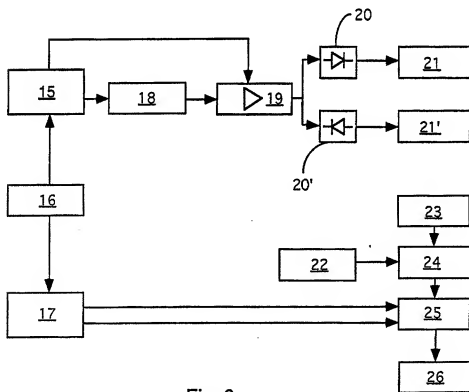
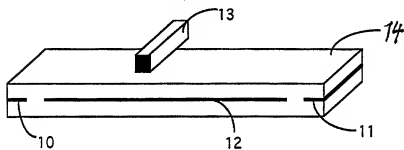
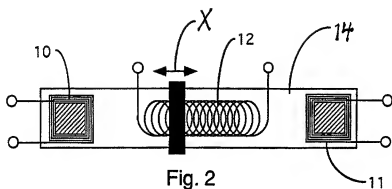
60

65

- Leerseite -







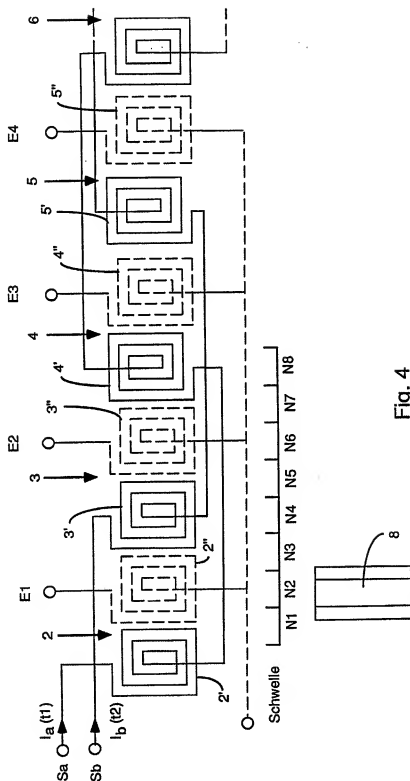


Fig. 4

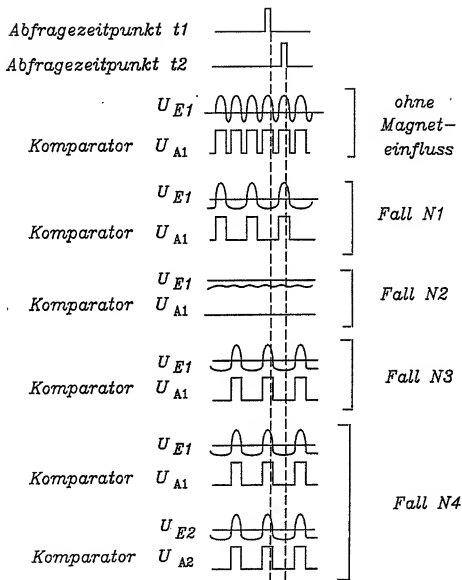


Fig. 5

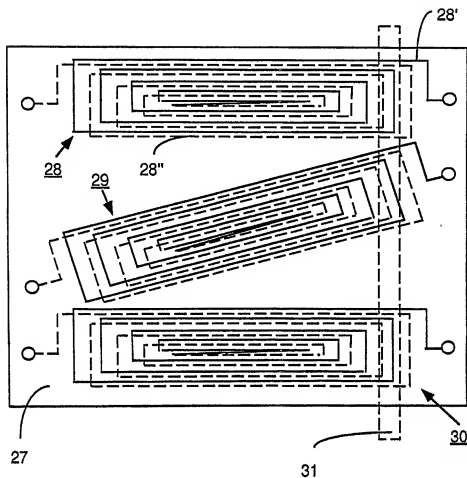


Fig. 7

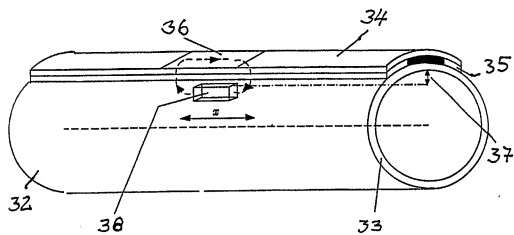


Fig. 9

